

---

## II. ТОВАРОЗНАВСТВО ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

---

УДК 637.5.636.32/38

### ФАКТОРИ РИЗИКУ ВІД ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Г. О. Бірта, доктор сільськогосподарських наук**

Гени знаходяться в клітинах і є матеріальними носіями спадковості. І не просто в клітинах, а в ядрах кожної клітини. Всі обмінні процеси (фізіологічні, біохімічні), котрі відбуваються в клітині, проходять під контролем генів. Гени, які існують і працюють в організмі, визначають його генотип. Дія генів проста: вони керують утворенням лише однієї органічної речовини – білку. Один ген – один білок.

Ген існує у двох формах і має свою молекулярну структуру. Перша форма називається ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота, друга – іРНК інформаційна рибонуклеїнова кислота. ДНК складається з чотирьох різних нуклеотидів, кожний із яких має свою назву: аденін (А), гуанін (Г), цитозин (Ц), тимін (Т). Кожний має свою форму і основну властивість поєднуватися з іншими в різних комбінаціях – АГЦТТАГГЦ. У РНК, спеціальної копії ДНК, їх теж чотири, проте замість тиміна в ній міститься урацил.

ДНК – це багатонуклеотидний ланцюг подвійної спіралі. Вона має певні властивості, наприклад, саморозмноження, самокопіювання, самоподвоєння. Гени розміщені в хромосомах. Їх місцеположення можливо визначити, тобто провести картування генів. Зараз

у людини відомо до 20 тисяч генів, близько 11 тисяч із них картовано.

Генетична інженерія – це розробка методів пересадження генів з однієї біологічної системи в іншу і створення на цій основі нових форм рослин і тварин. При цьому рослини називають трансгенними, а тварини – гентаврами. Природним способом, застосовуючи методи схрещування, одержати міжвидові гібриди неможливо. Цьому перешкоджають закони фізіології, визначені законами генетики.

Вказані експерименти лягли в основу створення методів генетичної інженерії. Зараз вони дозволяють пересаджувати ДНК чи окремі гени в бактерії, котрі потім утворюють той генопродукт, які гени були їм пересаджені. Уже працюють штами бактерії, які продукують БАР людини і тварини. Це гормони інсулін, соматотропін, інтерферон та багато іншого. Не менш важливе значення мають ці роботи в рослинництві та тваринництві.

Користь від генетичної інженерії величезна. Але у суспільстві існує генофобія з остраху шкідливості для людини трансгенних організмів. Подібне ставлення до трансгенних рослин має дві причини: по-перше, малограмотність у галузі генетики більшості людей; по-друге, генофобія культивується хімічними

концернами, інтереси яких страждають від результатів генетичної інженерії.

Наочним прикладом у цьому відношенні є картопля, якої не їсть колорадський жук. Боротьба з жуком вимагає тисячі тонн хімікатів і приносить мільйони прибутку, а людям безліч різноманітних болячок. При тотальному поширенні трансгенної картоплі хімічні концерни зазнають величезних збитків, тому насаджується думка про шкідливість трансгенних рослин, тоді як людство здобуває від цього здоров'я й екологічну чистоту.

Функція генів залежить не від загального вмісту нуклеотидів, а від порядку їхнього чергування в молекулі ДНК чи РНК. Ні РНК, ні ДНК, ні будь-який нуклеотид окремо узяті не є чужорідними людському організму. Тому не існує негативних реакцій організму на надходження в нього цих речовин, незалежно від первинної приналежності – отруйним чи неотруйним рослинам і тваринам.

Існує негативна сторона трансгенезу. Вона полягає в тому, що кожен чужорідний ген є стосовно організму мутантним. А мутації, як відомо, можуть бути корисними, нейтральними та шкідливими. З'явилися нові методи в генетичній інженерії, які здатні відключати гени, що є токсичними для організму.

Існує ідея створення «харчових вакцин», яка вже реалізована створенням трансгенної картоплі, що виробляє вакцину проти гепатиту В. Існують томати, які синтезують вакцину проти патогенного штаму кишкової палички. Отримали тютюн, який виробляє антигени проти збудника чуми.

Більшість трансгенних рослин відрізняються від аналогів наявністю тільки зміненого білка. Харчова продукція з цих рослин належить до категорії «нова їжа». Звідси виникла необхідність розроблення критеріїв і методичних підходів до медико-біологічної оцінки такої їжі, над якими працювали вчені різних країн.

Сучасна концепція композиційної еквівалентності ґрунтується на порівнянні генетично модифікованої продукції (ГМП) з їх традиційними аналогами за фенотипом, умістом харчових і антиаліментарних речовин, токсинів, які нормуються в харчових продуктах, алергенів і БАР, характерних для цього виду

продукції. Враховується, в якому вигляді цей продукт традиційно використовується в їжу, і як він реагує на технологічне оброблення. При цьому аналізують хімічний склад кінцевої продукції, його харчову та енергетичну цінність. Програма досліджень визначається для кожного продукту індивідуально і за системою, схваленою ФАО/ВООЗ.

У США служба здоров'я та інспекції тварин і рослин (APHIS при Міністерстві сільського господарства – USDA) проводить дослідження з переносу генів у звичайні культури, в родинні та/або інші види дикорослих рослин, з визначення схильності до захворювань і шкідливих організмів, впливу на нецільові організми. Служба визначає поведінку трансгенної рослини в НС і можливу дію продукту чужорідного гена на нецільові організми. ГМП, в яких був виявлений алерген, перенесений з організму-постачальника ДНК, не може бути комерціалізованим без його чіткої ідентифікації.

У Російській Федерації створена національна система регулювання генно-інженерної діяльності та контролю за ГМП, харчовою продукцією і кормами на їх основі. Результатом дослідження трансгенних рослин на обмежених ділянках є оцінка їхньої біобезпечності та видача Міжвідомчою Комісією з генно-інженерної діяльності номера тимчасової реєстрації рослини для проведення сортовипробування. За наявності позитивних висновків Державної комісії РФ з охорони і випробувань селекційних досягнень і Державного санітарно-епідеміологічного нагляду РФ такий трансгенний сорт вноситься до Державного реєстру селекційних досягнень, допущених до використання на території Російської Федерації з присвоєнням номера постійної реєстрації.

В Україні екологічну експертизу генетично-модифікованих організмів, призначених для використання у відкритій системі, здійснює Управління з питань екології та природних ресурсів. МОЗУ здійснює державну санітарно-епідеміологічну експертизу ГМП, які використовуються у відкритих системах для обґрунтування висновку про її біологічну і генетичну безпечність стосовно людини з метою їх державної реєстрації. МОЗУ також здійснює державну реєстрацію ГМП і харчо-

вих продуктів, які містять ГМП або отримані з їх використанням. Воно також затверджує перелік харчових продуктів, відносно яких здійснюється контроль вмісту таких організмів і перелік відповідних методик їх розкриття та ідентифікації.

Програма досліджень генетично модифікованих рослин визначається для конкретної рослини індивідуально. При цьому враховується, в якому вигляді продукт використовується в їжу та як реагує на технологічну обробку. В основу досліджень має бути покладена система оцінки якості та безпечності рослин, схвалена ФАО/ВООЗ.

З метою вивчення впливу генетичної модифікації на харчову цінність продукту виникає необхідність аналізу вмісту не тільки білків, жирів і вуглеводів, але й складу вітамінів, макро- і мікроелементів. Якщо у ході досліджень не виявлено відмінностей від традиційного аналогу за композицією і не виявлено токсичності і алергенності цього білка, то ГМП визнається еквівалентним традиційному аналогу і щодо безпечності. У разі відсутності еквівалентності ГМП традиційному аналогу оцінка безпечності продовжується медико-біологічними методами. Якщо в продукті містяться живі мікроорганізми або генетично змінені, оцінюють потенційну колонізацію в шлунково-кишковому тракті та патогенність.

Взагалі необхідно проводити повний комплекс досліджень відповідно до можливих джерел ризику внаслідок зміненого генома. Це передусім обумовлено характеристиками ГМП, введеного гена і незадааними ефектами у структурі трансгенного організму. Біохімічні, морфологічні та гематологічні дослідження мають проводитись через 1 і 6 місяців від початку експерименту.

Для виявлення генетично модифікованих джерел у СГП і харчових продуктах створена методологія, методи ідентифікації, нормативна, матеріально-технічна база і кадрове супроводження.

Для вирішення завдань виявлення ГМП у країнах ЄС розроблена і на основі директиви Європарламенту № 1829/2003 успішно використовується схема багатоступеневого аналізу, яка дає можливість визначити та кількісно охарактеризувати ГМП незалежно від складу

зразка. Основним методом для проведення досліджень є полімерна ланцюгова реакція (ПЛР).

Аналіз складається з декількох ступенів:

- визначення рослинної ДНК у зразку;
- первинний скринінг за допомогою універсальних маркерів – генно-інженерних елементів, які найчастіше використовуються під час отримання генетично модифікованих рослин (наприклад, 355-промотора і NOS-термінатора);
- ідентифікація сорту або лінії генетично модифікованої культури (для зіставлення зі списком дозволених ГМП);
- визначення кількості ідентифікованих генетично модифікованих компонентів.

У деяких країнах окремі фірми мають банки генів рослин-донорів. Крім рослин, донорами можуть бути бактерії, віруси, комахи та ін. Одні країни можуть закуповувати гени в інших країнах (вони запатентовані) й використовувати для виробництва генетично модифікованих рослин. ДНК генів зливається з ДНК генів-донорів у пробірці (*in vitro*) декількома методами. Таким чином, рекомбінантну ДНК вводять в живі клітини.

Маркерними генами, які використовують, є, наприклад, білок медузи, який світиться в ультрафіолеті, або бактеріальний ген, який забарвлює тканину в синій колір за наявності субстрату. Використання донорських послідовностей є основоположним для ідентифікації ДНК. Зазвичай маркерні фрагменти ДНК відповідають поліморфним сайтам або різним алельним варіантам, які в подальшому можна ідентифікувати.

Міжнародна практика виявлення генетично модифікованої ДНК у продуктах харчування і СГП рослинного походження ґрунтується на якісному та кількісному аналізі. Якісний аналіз полягає у виявленні найбільш розповсюджених регуляторних елементів і цільових генів, наприклад, 355-промотора, NOS-термінатора та ін. Якщо виявлено ці гени, роботу продовжують і здійснюють кількісний аналіз.

Існує декілька методів ідентифікації генетично модифікованих джерел. Перевагу надають методу визначення трансгенної ДНК. Будова ДНК однакова в усіх клітинах орга-

нізму, тому будь-яка частина рослини може бути використана для ідентифікації генетично модифікованих джерел, що неможливо в разі визначення модифікованого білка, оскільки білок експресується не у всіх частинах рослин. Методи ідентифікації трансгенної ДНК охоплюють декілька етапів вилучення ДНК з продукту, ампліфікацію специфічної ДНК, електрофорез продуктів ПЛР і візуалізацію результатів електрофорезу.

Метод вилучення ДНК з продуктів рослинного походження складається з декількох стадій: руйнування клітин хімічними агентами, найчастіше аніонними детергентами, з метою вилучення ДНК у розчин; видалення білків та інших компонентів з розчину преципітацією: селективне відділення ДНК осадженням спиртом. Встановлено, що ДНК не визначається в харчових продуктах, які були піддані значній технологічній і/або термічній обробці: гідролізовані рослинні білки, високорафіновані олії та крохмаль, соєвий соус, цукор і етиловий спирт з генетично модифікованої картоплі.

Методи, які ґрунтуються на виявленні трансгенної ДНК, мають переваги – це можливість використання скринінгових аналізів, які дозволяють визначити регуляторні послідовності, що використовуються приблизно в 80 % трансгенних рослин, які створені сьогодні: промотор 35S, отриманий з вірусу мозаїки цвіточної капусти, і термінатор NOS *Agrobacterium tumefaciens*. Використання

скринінгових методів дає можливість виявити не дозволені для використання ГМП їжі.

Подальший розвиток систем ідентифікації ГМП у харчових продуктах пов'язаний з кількісним визначенням специфічних послідовностей нуклеїнових кислот. Найбільш перспективними для цього є методи ПЛР у реальному часі, але необхідно мати спеціальне обладнання для специфічної флуоресценції.

Останнім часом намітилася тенденція організації ПЛР – лабораторій безпосередньо на підприємствах, що виробляють харчові продукти. Так виробники можуть вирішувати питання, пов'язані з маркуванням ГМП, і доводити цю інформацію до споживачів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Глик Б. Молекулярная біотехнологія / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
2. Гассер И. С. Трансгенные культурные растения / И. С. Гассер, Р. Т. Фрейли // В мире науки. – 2006. – № 8. – С. 24–30.
3. ГМО. Маркировка: как регулируется производство и продажа ГМО в мире, России и Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pravda.rv.ua/food/marking%20of%20products%20with%20gmo.php>. – Заглавие с экрана.

УДК 637.5.636.32/38

## ТОВАРОЗНАВЧА ХАРАКТЕРИСТИКА М'ЯСА БАРАНИНИ

**Г. О. Бірта, доктор сільськогосподарських наук;  
Ю. Г. Бургу, кандидат сільськогосподарських наук**

Усі породи овець поділяються на: тонкорунні шерстного напрямку, тонкорунні м'ясошерстного напрямку, напівтонкорунні, смушково-шубні, молочні для смушки, м'ясні, м'ясо-сальні.

Кращими м'ясними якостями характеризуються вівці м'ясо-сального, м'ясного і м'ясошерстного напрямків продуктивності.

М'ясні породи овець відрізняються скороспілістю і високою м'ясною продуктивністю